

QUANTIFICAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NATURAL E  
ANÁLISE TEMPORAL EM UMA ÁREA TESTE NO ESTADO DE RONDÔNIA

Cirineu Jorge Lorensi

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Departamento de Economia Florestal, Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil, Palácio do Desenvolvimento, 13º andar, sala 1302 - 70.057 - Brasília - DF, Brasil

Enio Giotto

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Eng. Agrícola  
97.100 - Santa Maria - RS, Brasil

RESUMO

Este trabalho consta do mapeamento da alteração da cobertura vegetal natural, com o uso de imagens orbitais TM do satélite Landsat em uma área de 1.223.750 ha, localizada no Estado de Rondônia entre os paralelos de 10° 00' 00" e 11° 00' 28" S, e os meridianos de 61° 00' 69" e 63° 00' 00" W.Gr., de uma quantificação da área alterada por métodos de amostragem, comparando-os com o método do papel milimetrado, considerado como testemunha, e a realização de uma análise da área alterada em 1975, 1978, 1980, 1983 e 1985, com a finalidade de obter-se uma previsão para os anos de 1986 e 1987. Com o método do papel milimetrado a alteração da cobertura vegetal natural foi de 403.393,75 ha, equivalente a 32,96% da área total. As estimativas de alteração pelos métodos amostrais foram as seguintes: 401.250,00 ha pelo método dos pontos sistemáticos; 398.941,77 ha pelo método de transectos e 392.995,57 ha pelo método da distribuição amostral de frequências equivalentes a 32,79%; 32,60% e 31,1%, respectivamente, da área total. O resultado da estimativa de alteração pelos métodos amostrais por pontos sistemáticos e transectos, comparados com o método testemunha, não apresentaram diferenças significativas a um nível de 95% de probabilidade. Pelo método da distribuição amostral de frequências, a diferença entre a área testemunha e a área estimada foi de baixa magnitude, o que indicou a eficiência deste método na quantificação de áreas alteradas. A análise temporal da alteração da cobertura vegetal natural, forneceu uma previsão de 468,120,48 ha para o ano de 1986 e de 532.238,65 ha para o ano de 1987.

ABSTRACT

MEASUREMENT OF ALTERATION OF THE NATURAL VEGETATION COVER AND THE  
TEMPORAL ANALYSIS OF A SAMPLE AREA IN THE STATE OF RONDONIA

This paper compares the measurement of an area altered done by different sampling methods using the millimetered paper method as control. Employing TM orbital images of the Landsat satellite it was mapped the alteration of the natural vegetation cover of an area of 1,223,750 ha which lies between parallels 10° 00' 00" and 11° 00' 28" latitude South and 61° 59' 31" and 63° 00' 00" longitude West located in the State of Rondonia. Allied to this it was performed a temporal analysis of the modified area in 1975, 1978, 1980, 1983 and 1985 aiming to forecast the alteration for the years 1986 and 1987. By the millimetered paper method the alteration of the natural vegetation cover was of 403,393,75 ha which corresponds to 32.96% of the total area. Estimations based on sampling methods shown the following results: 401,250.00 ha by the systematic points; 398,941,77 ha by the transects and 392,995.57 ha by the sampling frequency distribution, corresponding to 32.79%, 32,60% and 31,11% of the total area, respectively. The estimative results of the systematic points and transect methods compared to the control method did not present a significative difference at 95% probability level while for the sampling frequency distribution the difference between its estimate result and the control one presented a low magnitude. This suggests that it has better efficiency in the measurement of altered areas. The temporal analysis estimates an area of 468,120.48 ha and 532,238.65 ha for the years 1986 and 1987, respectively.

## 1. INTRODUÇÃO

A retirada indiscriminada da cobertura vegetal natural na região Amazônica aumentou nos últimos anos, originado segundo Carneiro (1981) pela fiscalização ineficiente na região, falta de utilização de técnicas adequadas de manejo na exploração econômica da floresta, baixo preço da terra, agricultura e pecuária extensiva sem qualquer base científica ou apoio tecnológico, falta de visão conservacionista e necessidade de expansão da fronteira agrícola.

O Estado de Rondônia parte da região Amazônica, por não possuir infraestrutura adequada e capaz de manter uma fiscalização condizente, com o atual fluxo de desmatamento, justifica plenamente o monitoramento com o emprego de imagens orbitais, para mostrar como se manifestam as alterações e obter subsídios para um melhor planejamento e uma fiscalização adequada.

Empregando-se o monitoramento através do uso de imagens orbitais, no espaço geográfico regular de aproximadamente 10 por 10 no Estado de Rondônia desenvolveu-se este trabalho, com os objetivos de mapear a alteração da cobertura vegetal natural para o ano de 1985, quantificar a área alterada empregando métodos de amostragens e o método do papel milimetrado e realizar uma análise temporal dos levantamentos de alteração existente, visando uma previsão da alteração para o biênio 1986/1987.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A Floresta Tropical Amazônica no Brasil segundo Reis (1978), representa uma área aproximadamente de 5.070.000 km<sup>2</sup>, distribuída em diversos tipos de florestas.

A história da ocupação e o uso inadequado dos recursos naturais renováveis de alguns países, de acordo com Carneiro (1981), se refletem hoje no Brasil, principalmente na região Amazônica, em que a cobertura vegetal é retirada para dar origem a agricultura e pecuária em caráter extensivo.

O alto índice de crescimento da população e o acelerado desenvolvimento industrial, segundo Mosqueira (1981), influenciou grandemente o emprego de técnicas adequadas na avaliação de recursos terrestres com menores custos e tempo. Neste sentido, Kalensky & Scherk (1975), citam que através do fornecimento contínuo e repetitivo de dados sobre a terra, por satélites orbitais, permitem o monitoramento de florestas em regiões remotas onde é inviável o acompanhamento por aerolevantamentos.

As informações atualizadas sobre o uso da terra, segundo INPE (1980), são essenciais para o manejo eficiente dos recursos florestais e agrícolas sendo necessária a atualização periódica para que as tendências sejam analisadas.

O uso de imagens orbitais teve grande impulso no Brasil quando IBDF/INPE (1980), reali-

zaram levantamento de áreas desmatadas na Amazônia Legal Brasileira, utilizando 1.244 imagens MSS, canais 5 e 7 em preto e branco.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

A área em estudo encontra-se no Estado de Rondônia entre os paralelos 10° 00' 00" e 11° 00' 28" S e os meridianos 61° 59' 31" e 63° 00' 00" W Gr. O clima é quente e úmido com curta estação de seca. Segundo RADAMBRASIL (1978), o relevo ondulado predomina apresentando pequenas serras ao sul da área; os solos predominantes são do tipo podzólicos vermelho eutróficos e a vegetação é composta de floresta ombrófila aberta, ombrófila densa e áreas de tensão ecológica.

Foram utilizadas 6 imagens preto e branco canais 3 e 4 na escala 1:250.000 de agosto de 1985, cartas da DSG 1:100.000, mapas de alteração da cobertura vegetal natural do IBDF e outros mapas de interesse na confecção do mapa final. Para a interpretação usou-se papel poliéster Mate 1 lado, mesa de luz, lupa com luminária, material de desenho, computador IBM-370/145, micro-computador TK-2000 e calculadora. Para a etapa de campo empregou-se um veículo Gurgel-Carajás, um avião CESSNA asa alta e câmaras fotográficas.

A interpretação das imagens para a confecção de carta florestal de alteração da cobertura vegetal natural foi visual, considerando os critérios da fotointerpretação tamanho, forma, tonalidade, textura e localização, consideradas como fundamentais pelo INPE (1980), Carneiro (1981) e Anderson (1981).

Na quantificação da alteração foram empregados os seguintes métodos:

- Método do papel milimetrado, citado por Libault (1975), como um método prático e de fácil aplicabilidade, que apresenta resultados muito próximos da realidade.

- Método dos pontos sistemáticos, que consiste em interpretar pontos de amostragem; é fundamentado na teoria da distribuição binomial, utilizado por ITC-DELFT (1970), Almeida (1980), Molina (1981) e Giotto (1986).

- Método dos transectos, usado em estudos de natureza florestal por Botelho (1985) e Giotto (1986). É fundamentado na teoria da distribuição binomial, que de acordo com a FAO (1974), tem como princípio determinar a proporção da superfície total ocupada por uma classe florestal qualquer.

- Método da distribuição amostral de frequência, que de acordo com Giotto (1986), consiste basicamente em fazer um estudo da distribuição de frequência da área alterada por classes e através desta distribuição, por ajuste a modelos de regressão, estimar o total de áreas alteradas em cada classe.

A análise temporal das alterações nos anos de 1975; 1978; 1980; 1983 e 1985 foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados ci-

tados por Wallis & Roberts (1964) e Spiegel (1977), para obter-se uma previsão da alteração da cobertura vegetal natural da área para os anos de 1986 e 1987.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo mapeamento da alteração da cobertura vegetal natural, conforme mapa anexo, pode-se observar que a maior concentração de áreas alteradas, encontram-se próximas da BR-364, entretanto, constatou-se pelo trabalho de campo, que estas alterações são mais antigas, e as áreas que estão sofrendo ação antrópica mais acentuada e recente, encontram-se ao longo das estradas secundárias, onde as frentes de colonização estão atuando.

A avaliação da cobertura vegetal natural, pelo método milimetrado, considerado como a área real (testemunha) apresentou 403.393,75 ha de alteração equivalente a 32,96% da área total de estudo com 1.223.750 ha.

Pelo método dos pontos sistemáticos, obteve-se 401.250,00 ha de alteração, correspondendo a 32,79% da área total. Sendo que a precisão deste método foi dado pelo erro de interpretação  $-0,53% < \pm 10%$  pré-fixado, e o erro relativo de amostragem 3,17%, < que o pré-fixado em 5%. Pelo teste "Z" o valor calculado ficou compreendido no intervalo de - 1,96 a 1,96, indicando que ao nível de 0,05 a proporção de alteração encontrada pelo método dos pontos sistemáticos não difere significativamente do método testemunha, e que a diferença encontrada é devido ao acaso.

Com o método dos transectos, a área em estudo foi disposta por 60 transectos (linhas), no sentido norte/sul, obtendo-se a estimativa de área alterada com 398.941,77 ha equivalente a proporção de 32,60%. A precisão do resultado encontrado foi dado pelo erro de interpretação  $- 1,104% < \pm 10%$  pré-fixado, e o erro relativo de amostragem 5,45%, embora tenha sido maior que 5% pré-fixado não afetou a precisão do método. Pelo teste "Z" o valor calculado ficou compreendido no intervalo de -1,96 a 1,96, indicando que ao nível de 0,05 a proporção de alteração encontrada pelo método dos transectos, não difere significativamente do método testemunha e que a diferença encontrada é devido ao acaso.

No método da distribuição amostral de freqüências a área foi dividida em 1.225 unidades amostrais, sendo que 25% ou seja, 307 destas foram selecionadas aleatoriamente e distribuídas em 11 classes com intervalo de alteração de 85 ha. Pela análise estatística indicou que existe correlação significativa entre a freqüência de unidades de 1.000 ha com o tamanho das classes de alteração possibilitando o ajuste pelo processo dos mínimos quadrados ao modelo de regressão  $Y = 3,66048526 - 0,154215446 \cdot X + 0,063524753 \cdot X^2 - 0,0077595 \cdot X^3$ , para explicar o comportamento da distribuição de freqüências.

A distribuição de freqüências ajustadas e a estimativa de área alterada, encontra-se na tabela 1.

A diferença de estimativa de alteração encontrada por este método comparada com o método testemunha foi de 10.398,1744 ha correspondente a 2,58%.

Na análise temporal dos levantamentos de alteração da cobertura vegetal natural existentes nos anos de 1975, 1978, 1980, 1983 e 1985, obteve-se a equação polinomial do segundo grau,  $Y = 12750,9658 + 20569,695 \cdot X + 1893,41212 \cdot X^2$ , que proporcionou a área alterada ajustada para cada ano e a previsão de alteração para os anos de 1986 e 1987, conforme mostra a tabela 2.

TABELA 1

DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS AJUSTADAS E A ESTIMATIVA DAS ÁREAS ALTERADAS POR CLASSE

Classes de alteração	Centro de classe	Frequência observada	Frequência esperada	Frequência esperada (unidade de 1.000 ha)	Área alterada (HA)
0	42,5	41	38,880	156,7492	6.661,8410
01	127,5	35	35,235	142,0540	18.111,8850
02	212,5	19	34,608	139,5261	29.649,3006
03	297,5	48	35,235	142,0539	42.261,0053
04	382,5	37	35,283	142,2475	54.409,6687
05	467,5	36	33,368	134,5269	62.891,3257
06	552,5	27	28,390	114,4575	63.237,7687
07	637,5	25	20,743	83,6278	53.312,7117
08	722,5	08	12,422	50,0807	36.183,3057
09	807,5	07	5,820	23,4640	18.947,1800
10	892,5	02	2,037	8,2124	7.329,5670
11	-	285	282,021	1137,0000	392.995,5756

TABELA 2

INDICADORES DE ÁREAS ALTERADAS OBTIDOS A PARTIR DA EQUAÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU

Ano	'X'	Área alterada ajustada (HA)
1975	0	12.750,96
1976	01	32.214,07
1977	02	61.464,00
1978	03	91.500,76
1979	04	125.324,34
1980	05	162.934,74
1981	06	204.331,97
1982	07	249.516,62
1983	08	298.486,90
1984	09	351.244,60
1985	10	407.789,13
1986	11	468.120,48
1987	12	532.238,65

X = Variável empregada na equação polinomial (ano correspondente).

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nas condições em que foi executado este trabalho e com base nos resultados obtidos, são permitidas as seguintes conclusões e recomendações.

- As condições de resolução apresentada pelas imagens orbitais TM, canais 3 e 4, provaram ser de boa aplicabilidade, no mapeamento da cobertura vegetal natural, recomendando-se o emprego destes dois canais para trabalhos similares.

- Na análise estatística, comparativa dos resultados obtidos pelos métodos dos pontos sistemáticos, os valores determinados, não apresentaram diferença significativa ao nível de 0,05.

- A avaliação da alteração da cobertura vegetal natural a partir da distribuição amostral de frequências em relação ao método teste t, apresentou uma diferença de baixa magnitude.

- Analisando juntamente os três métodos empregados, observou-se que, todos apresentaram bom desempenho na avaliação da área alterada, entretanto examinando-os separadamente, o método dos pontos sistemáticos foi o que apresentou o resultado mais próximo do método teste t.

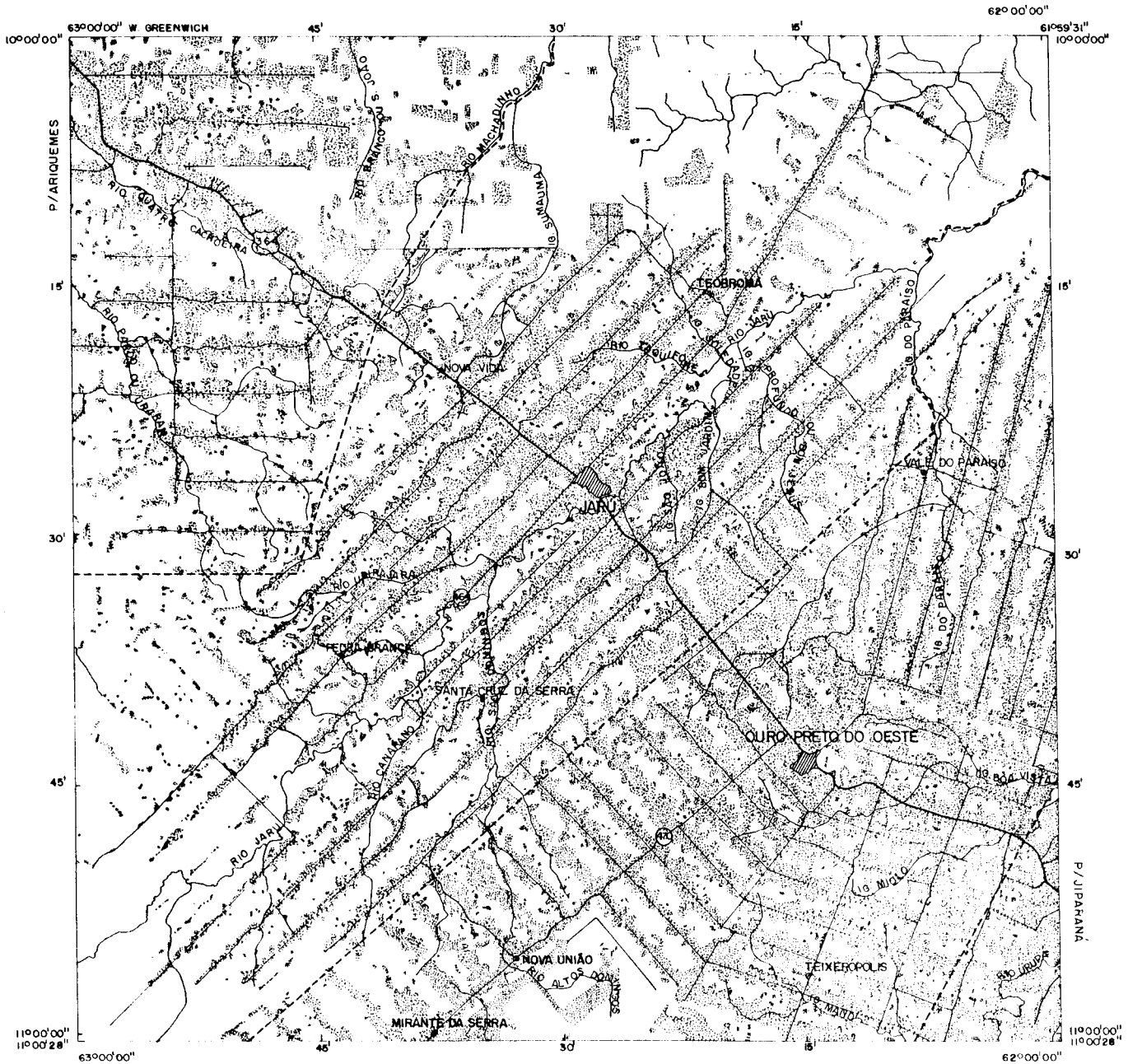
- Os resultados obtidos na previsão de alteração da cobertura vegetal natural deverão ser comparados com levantamento por imagens orbitais TM, nos anos de 1986 e 1987, para obter-se uma precisão da análise em estudos desta natureza.

- Recomenda-se, que seja empregada uma política de maior preservação na área, por parte dos órgãos competentes, visto que, os índices de alterações da cobertura vegetal natural, a cada ano, mostram-se crescentes, e permanecendo neste ritmo em um curto espaço de tempo, esta região estará com uma porcentagem muito baixa de florestas nativas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

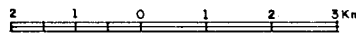
01. ALMEIDA, S.A.O. Monitoramento da intensidade de desmatamento por classe de declividade com imagens Landsat. Santa Maria, UFSM 1980. 112 p. Diss. mestr. engenharia agrícola (área de concentração fotointerpretação).
02. ANDERSON, P.S. Fundamentos para fotointerpretação, Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, 1981. 136 p.
03. BOTELHO, V.M.B. Emprego de amostragem na quantificação de áreas de classe de declividade. Santa Maria, UFSM, 1985. 27 p. Monografia de Especialização C.E.I. .I.O.S.O.
04. CARNEIRO, C.M.R. Monitoramento das modificações espaciais no ecossistema florestal da região amazônica brasileira. Brasília, 1981. 19 p.
05. FAO. Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación. Manual de Inventário Florestal. Roma 1974. 195 p.
06. GIOTTO, E. Análise da dinâmica de evolução da cobertura florestal e sua quantificação por métodos e processo de amostragem em múltiplas ocasiões. Curitiba, UFP, 1986. 336 p. Tese doutor. ciências florestais.
07. IBDF/INPE. Relatório do Projeto Desmatamento da Amazonia Brasileira. Brasília, 1980. 43 p.
08. INPE. Curso de treinamento: introdução às técnicas de sensoriamento remoto e aplicação. Relatório INPE - 1969 MD/004. São José dos Campos, 1980.
09. ITC-DELFT - International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences. Aerial photographs in forestry. Versteegh, 1970. 203 p.
10. KALENSKY, L. & SCHERK, L.R. Accuracy of forestry mapping from Landsat computer compatible tapes. In: International Symposium on Remote Sensing of Environment, 10. Michigan, 1975, p.164-165.
11. LIBAULT, A. Cartometria. In: Geocartografia, companhia Editora Nacional Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1975. Capítulo III. p. 196-204.388 p.
12. MOSQUEIRA, F.L. Compilación de mapas florestales. Bogota, CIAF. 1973. 67 p.
13. MOLINA, L.C. & MOLINA, I.C. Aplicacion de los sensores remotos en la clasificación y levantamiento de los bosques húmedos tropicales. Bogota, PADT-REFORT. 1981. 125 p.
14. PROJETO RADAMBRASIL. Folha SC-20 Porto Velho, levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro, 1978. v. 16. 666 p.
15. REIS, M.S. Uma definição técnica para aproveitamento racional dos recursos florestais da Amazonia Brasileira. Brasília, IBDF-PRODEPEF. 1978. 21 p.
16. SPIEGEL. M.R. Estatística. Ed. McGraw-Hill do Brasil, Coleção Schaum, 1977. 580 p.
17. WALLIS, W.A. & ROBERTS, H.V. Curso de estatística. 19 ed. Editora Fundo de Cultura, 1964, v.2. 802 p.

# ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NATURAL



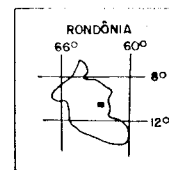
ESCALA APROXIMADA

1:1.025.000



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

NO ESTADO



## CONVENÇÕES

- ROD. FEDERAL - ESTADUAL
- ESTRADAS MUNICIPAIS OU LINHAS DE COLONIZAÇÃO
- LIMITE MUNICIPAL
- REDE DE DRENAGEM
- CIDADE, VILA, POVOADO
- ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NATURAL
- FLORESTA NATIVA

MAPEAMENTO BÁSICO APOIADO EM CARTAS DO DSG

MAPEAMENTO TEMÁTICO ELABORADO A PARTIR DE IMA

GEM TM DO SATÉLITE LANDSAT 5, CANAIS 3 e 4.

1985

RESP. TEC. ENG.º FLORESTAL CIRNEU JORGE LORENSI  
 REG. CREA - R.S. Nº 31488  
 DESENHISTA: CLEIDE